Der Meteorit von Lodran.

Von dem c. M. **Gustav Tschermak.**

(Mit 1 Tafel.)

Im vorigen Jahre erhielt ich durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. T. Oldham in Calcutta Stücke von mehreren Meteoriten, darunter eine Probe des Steines, welcher bei Lodran unweit Mooltan in Indien am 1. October 1868 um 2 Uhr Nachm. niederfiel.

Ich war eben mit der Untersuchung anderer Meteoriten beschäftigt, da kam der prächtige Stein von Lodran mit deutlich unterscheidbaren Gemengtheilen. Ich unterbrach die frühere Arbeit, weil ich einsah, daß dieser neue Meteorit geeignet sei, die Unterscheidungsmerkmale der enthaltenen Mineralien sehr vollständig zu liefern, und dadurch eine Grundlage der Untersuchung vieler anderer Meteoriten zu bieten.

Über die Erscheinungen bei dem Falle dieses Steines ist nur so viel bekannt, daß ein lauter Knall der von Osten kam, gehört wurde und daß hierauf eine Staubwolke aufstieg. Als man an die Stelle ging, fand man den Meteoriten [1]).

Das Stück, welches mir vorlag, war 4 Ctm. lang und zeigte einerseits die schwarze Rinde, welche eine stumpfe Kante einschließt. Die Rinde ist dünn, auf der einen Fläche fast eben, auf der anderen fein höckerig. Die erstere Rinde scheint Brustrinde, die zweite an der Kante des Steines gegen den Rücken zu gelegen zu sein. Auf der anderen Seite des Steines erblickt man den ausgezeichnet körnigen Bruch. Die einzelnen Körnchen haben öfters 2 Mm. im Durchmesser. Dabei erscheint der Stein sehr locker, da beim Angreifen immer kleine Körnchen und Kryställchen herabfallen. Die lockere Textur ist aber

---

[1]) Records of the geol. Survey of India Vol. II. part. 1. pag. 20. Das dort angeführte Datum 17. October widerspricht früheren wiederholten Angaben Oldham's.

zum Theile durch das Herabschlagen verursacht, denn es gibt viele Stellen, welche so fest sind, daß sie zu dünnen Plättchen geschliffen werden können, und es gibt keinen Zwischenraum zwischen den Kryställchen, vielmehr formen sich diese genau an den Eisentheilchen ab.

Die körnige Masse erscheint als ein Gemenge von glasglänzenden, blaugrauen und gelbgrünen Theilchen, zwischen welchen stahlgraue und gelbe metallische Partikel glänzen. Die glasglänzenden Theilchen zeigen dort, wo sie mit dem Eisen in Berührung kommen oder in dasselbe eingesenkt erscheinen, Krystallflächen. Von Kügelchen, wie sie in den Chondriten G. Rose's vorkommen, ist nichts zu sehen. Ein Durchschnitt durch ein festes Stückchen des Meteoriten hatte das Aussehen wie Fig. 1, welche in natürlicher Größe gezeichnet ist.

Obgleich man durch Zerbröckeln die übrigen Mineralien von dem Eisen trennen kann, zog ich es doch vor, um die vorhandenen Krystalle möglichst unbeschädigt zu erhalten, in einer Partie das Nickeleisen durch Behandlung mit Quecksilberchlorid zu entfernen. Ich erhielt ein Haufwerk von Körnern und Krystallen, aus welchem unter der Loupe die verschiedenen Mineralien ausgelesen wurden. Zu den Analysen diente möglichst reines Material. Wegen der oft innigen Verbindung der Gemengtheile und wegen ihrer Sprödigkeit war die Ausbeute reiner Partikel kaum ein Zehntel.

Als Gemengtheile dieses Meteoriten wurden erkannt:

Nickeleisen,
Olivin,
Bronzit,
Magnetkies,
Chromit.

Dazu kommen noch mikroskopische Einschlüsse die im Bronzit gefunden wurden. Alle Mineralien wurden soweit es die erhaltenen Quantitäten erlaubten vollständig untersucht.

Nickeleisen. Dieses bildet eine zusammenhängende Masse, ein feines unregelmäßiges Netz dessen Fäden bis 0·5 Mm. dick werden. In den engeren Maschen stecken einzelne Krystalle, in den weiteren aber Aggregate von Körnern und Krystallen der übrigen Mine-

ralien. Die Olivinkrystalle formen sich öfter vollständig an dem Eisen ab.

Das Nickeleisen ist sehr licht, stahlgrau, lichter als man es gewöhnlich sieht. Angeschliffene Flächen mit Salpetersäure behandelt, lassen bei der mikroskopischen Prüfung deutliche Ätzfiguren erkennen. Man sieht einzelne leistenförmige Vorsprünge, das übrige Feld aber erscheint gleichförmig rauh, durch meist parallel angeordnete stumpfeckige Vorsprünge. Es zeigt sich darin eine Ähnlichkeit mit dem Meteoreisen vom Senegal.

Durch Losbröckeln und durch Schlagen im Stahlmörser läßt sich das Nickeleisen ziemlich vollständig von den übrigen Gemengtheilen trennen. Einige der so erhaltenen Plättchen wurden in Salpetersäure gelöst, worauf ein geringer Rückstand blieb. Nachdem die Lösung eingedampft war, um die aufgelöste Kieselsäure unlöslich zu machen, wurde in der neuerdings aufgelösten Masse das Eisen vom Nickel durch Anwendung von kohlensaurem Baryt getrennt. Angewendet wurden 197·8 Mg. und daraus erhalten:

Eisen..........	169·0 Mg.	oder	85·44 Pct.
Nickel	25·3		12·79
Magnesia .	0·5		0·25
Rückstand	1·6		0·81
	196·4 Mg.		99·29 Pct.

Der Rückstand gab die Reaction auf Kieselsäure Chrom und Eisen. Es war also noch etwas Olivin und Chromit in dem Nickeleisen geblieben.

Olivin. Derselbe bildet mehr oder weniger vollkommene Krystalle, die im Eisen stecken oder mit dem Bronzit verwachsen sind. Sie haben gewöhnlich eine Länge von 0·5 bis 1 Mm., die größten sind 2·3 Mm. lang. Die Oberfläche der Krystalle ist öfter etwas rauh und uneben. Die Form ist genau die des basaltischen Olivines. Herr Prof. V. v. Lang, der sich schon durch die mühevolle krystallographische Untersuchung des meteorischen Anorthites und Bronzites so große Verdienste erwarb, hat auch die Krystalle dieses Meteoriten der Messung unterzogen.

An dem Olivin beobachtete er die Flächen 100, 110, 210, 310, 010, 201 und bestimmte folgende Winkel:

	gemessen	berechnet
100 : 110 =	65° 2′	65° 2′
110 : $\bar{1}$10 =	49 49	49 57
100 : 210 =	46 30 app.	47 2
100 : 310 =	35 30	35 36
100 : 201 =	41 0	40 27.

Die berechneten Winkel beziehen sich auf die Daten für den Olivin nach Descloizeaux.

Der Olivin des Meteoriten von Lodran hat eine blaugraue bis berlinerblaue Färbung. Beim ersten Anblicke könnte man daher dieses Mineral leicht für etwas ganz anderes halten, die ausgezeichnete Krystallform läßt ihn aber bald erkennen.

Die Färbung ist zum großen Theil eine oberflächliche, denn Durchschnitte zeigen eine blaßgrüne Färbung, außer wo die dunklen Einschlüsse vorwiegen und ein Grau erscheint. Die Oberfläche der Olivinkrystalle ist hie und da mit schwarzen halb metallisch glänzenden Pünktchen, welche wohl nichts anderes als Chromit sind, besetzt, diese Pünktchen häufen sich an den parallel der 001 Fläche verlaufenden Sprüngen an, und dringen in diese Sprünge ein.

Dünne Blättchen aus diesen Olivinkryställchen geschliffen, zeigen unter dem Mikroskop eine blaßgrüne Färbung. Von einer vollkommenen Spaltbarkeit ist nichts zu sehen, aber die etwas welligen Sprünge parallel 001 sind häufig. Viele dieser Sprünge sind von einem schwarzen Mineral, das ich für Chromit halten muß, moosartig besetzt. Fig. 3. Diese Erscheinung läßt vermuthen, daß der Olivin seit seiner Bildung schon eine Veränderung erfahren habe, denn die Sprünge mit ihrem schwarzen Besatze sehen wirklich wie eine secundäre Bildung aus.

Das Volumgewicht des Olivines bestimmte ich bei Anwendung von 247·4 Mg. zu 3·307. Zur Analyse dienten nur 233·2 Mg., daher große Sorgfalt angewandt werden mußte. Das feine Pulver wurde mit Salzsäure behandelt und schien vollständig aufgeschlossen, doch war die erhaltene Kieselsäure etwas grau. Ohne Zweifel rührte dies von dem schwarzen Mineral her, welches mikroskopisch als Besatz der Quersprünge beobachtet worden war.

Die unreine Kieselsäure wurde daher mit einem Gemenge von kohlensaurem Natron und Salpeter vollständig aufgeschlossen, und

wurden im Filtrate die enthaltenen kleinen Mengen von Chrom, Eisen und Magnesia bestimmt. So erhielt ich:

Magnesia	106·1 Mg.	oder	45·50 Pct.
Eisenoxydul.	28·8		12·35
Kieselsäure	93·6		40·14
Chromoxyd	1·4		0·60
Eisenoxydul	2·8		1·20
Magnesia . . .	1·2		0·51
	233·9 Mg.		100·30 Pct.

Diese Zahlen entsprechen einem Olivin, welcher die beiden Verbindungen Mg_2SiO_4 und Fe_2SiO_4 in dem Verhältniß von 82 zu 18 Pct. enthält und für welchen sich berechnen

Magnesia .	46·85
Eisenoxydul .	12·71
Kieselsäure	40·44
	100·

Es ist wohl richtig anzunehmen, daß die durch Salzsäure nicht zersetzbaren Beimengungen aus Bronzit und Chromit bestehen, obgleich sich aus den obigen Zahlen die Menge der beiden Körper nicht berechnen läßt.

Bronzit. Dieses Mineral bildet Körner und unvollkommene Krystalle, welche meistens nur die Flächen Einer Zone erkennen lassen. Sie sind oft 1 Mm. lang. Die größten haben 2 Mm. Länge. Beim Zerdrücken spalten die Körnchen sehr vollkommen nach 010, aber auch die Spaltbarkeit parallel 100 läßt sich erkennen.

Herr Prof. v. Lang bestimmte an einem Bruchstück die tautozonalen Flächen 100, 320, 110, 230, 130 und beobachtete folgende Winkel:

	beobachtet	berechnet
100 : 320 =	34°50 app.	34°30
100 : 110 =	45 56	45 52
100 : 230 =	57 15	57 6
100 : 130 =	71 56 app.	72 5.

Die berechneten Winkel beziehen sich auf die Zahlen, welche aus den Messungen an dem Bronzit des Meteoriten von Breitenbach abgeleitet wurden [1]).

Ein zweites Stückchen gab folgende Resultate:

	gemessen	berechnet
110 : 010 =	44° 6′	44° 8′
010 : $\bar{1}$10 =	44 app.	44 8

Durch die Fläche 010 betrachtet zeigte dieses Stückchen, daß die Ebene der optischen Axen parallel der Zone [110, 010] liegt, und daß die auf 010 senkrechte Mittellinie einen negativen optischen Charakter hat. Auch dies stimmt mit dem Verhalten des Bronzites (Enstatites) aus dem Meteoriten von Breitenbach.

Der Bronzit des Meteoriten von Lodran hat eine spargelgrüne bis gelbgrüne Färbung. Er ist daher dem terrestrischen Olivin ungemein ähnlich. Ein Dünnschliff, den man aus einem Bronzitkorn herstellt, erscheint unter dem Mikroskop sehr blaß grünlich, er zeigt in dem Falle als er den Spaltungskanten parallel geschnitten ist, unzählige feine, dieser Richtung parallele Linien, Risse und Erhabenheiten auf der Schlifffläche, die nicht glatt polirt worden. Fig. 4. Daran erkennt man auch wieder manche der Bronzitkörner in dem Dünnschliff des Meteoriten Fig. 2, worin auch der Olivin durch seine Einschlüsse leicht erkennbar.

In diesem Dünnschliff sieht man übrigens auch, daß die Bronzite dreierlei fremde Einschlüsse bergen. Der Menge nach ist zuerst jener Einschluß anzuführen, welcher in mehreren Bronzit-Individuen vorkömmt und rundliche Körperchen bildet, die farblos zu sein scheinen. Fig. 5. Es ist dies ein doppelt brechendes Mineral, denn bei der Dunkelstellung des Bronzites zwischen gekreuzten Nicols erscheinen die rundlichen Körperchen im allgemeinen hell und farbig. Prüft man dieselben genauer, so erkennt man schon im gewöhnlichen Lichte an manchen feine durchgehende Linien, zwischen gekreuzten Nicols aber zeigt es sich sogleich, daß die Körnchen eine zwillingsartige Zusammensetzung haben, da die Hälften der Kügelchen in

---

[1]) Sitzungsberichte der k. Akad. d. Wiss. Bd. LIX, pag. 848 und Pogg. Ann. Bd. 139, pag. 315.

den verschiedenen complementären Farben erscheinen. Fig. 6. Man darf daher in den Kügelchen einen Feldspath vermuthen. Der andere Einschluß besteht aus kleinen, rundlichen, schwarzen Partikeln, welche in einem oder dem anderen Bronzit eine Gruppe bilden, seltener gleichförmig vertheilt sind. Fig. 7 und 8. Diese Pünktchen dürften aus Chromit bestehen. Endlich sieht man an manchen Stellen feine haarförmige Körper, welche den Spaltungskanten parallel eingelagert erscheinen, so wie dies bei dem terrestrischen Bronzit gewöhnlich zu sehen ist. Fig. 5. Über die Natur dieser Einschlüsse läßt sich nichts Bestimmtes angeben.

Die zuerst genannten Kügelchen kommen in dem Bronzit in einer untergeordneten Menge vor, denn manche Individuen enthalten nichts davon. Im Durchschnitte ist aber die Quantität immerhin so groß, daß sie bei der chemischen Untersuchung nicht übersehen werden kann. Die beiden übrigen Einschlüsse hingegen betragen so wenig, daß sie in der Analyse keine bestimmbaren Mengen liefern können, wofern nicht eine größere Masse des Bronzites der Untersuchung dient.

Das Volumgewicht des Bronzites wurde an 616·7 Mg. bestimmt zu 3·313. Zur Analyse dienten 571·3 Mg., welche lieferten.

Kieselsäure	316·2 Mg.	oder	55·35 Pct.
Magnesia	187·7		32·85
Eisenoxydul	69·3		12·13
Thonerde...	3·4		0·60
Kalkerde	3·3		0·58
	579·9 Mg.		101·51 Pct.

Die Zusammensetzung entspricht der eines Bronzites, in welchem die beiden isomorphen Verbindungen $MgSiO_3$ und $FeSiO_3$ im Verhältnisse von 78 zu 22 Gewichtspercenten enthalten sind, wofür die Rechnung gibt:

Kieselsäure	56·80 Pct.
Magnesia	31·20
Eisenoxydul	12·00
	100·

Die Analyse weist etwas mehr Magnesia und etwas weniger Kieselsäure auf. Dies deutet darauf hin, daß etwas Olivin beigemengt war. Ich kann dem nicht widersprechen, denn der Bronzit ist mit dem Olivin verwachsen und trotz dem sorgfältigsten Aussuchen möchte es nicht gelungen sein, jedes Körnchen Olivin von den ausgewählten Bronzitpartikeln abzusondern.

Es wurden auch kleine Mengen von Thonerde und von Kalkerde gefunden, wovon die letztere nicht zur Mischung des Bronzites gehört, also von einer fremden Beimengung herrührt. Es bleibt wohl kein Zweifel, daß die zuvor beschriebenen Kügelchen diesen Stoff geliefert haben, daß also ein kalkhaltiges Silicat in denselben anzunehmen sei. Man könnte Diopsid, Augit, Wollastonit u. s. w. vermuthen, es gibt aber die mikroskopische Untersuchung einen bestimmten Anhaltspunkt durch die Ermittlung der zwillingsartigen Zusammensetzung, welche auf einen Feldspath deutet, und es folgt mit großer Wahrscheinlichkeit, daß die kleinen Kügelchen aus Anorthit bestehen. Dafür spricht auch noch die Analogie mit dem terrestrischen Vorkommen des Bronzites. Wir sehen nämlich in dem Enstatitfels Streng's und in dem von mir beschriebenen Olivingabbro die Paragenesis von Bronzit, Olivin, Anorthit, und finden in diesen Gesteinen den Anorthit auch öfters in der Form von Kügelchen verbreitet.

Wenn man die Analysen des Olivines und Bronzites vergleicht, so wird man sogleich auf die Thatsache aufmerksam, daß die beiden mit einander vorkommenden Mineralien gleichen percentischen Eisengehalt haben. In beiden wurden etwas über 12 Pct. Eisenoxydul gefunden.

Magnetkies. Mit dem Nickeleisen in Verbindung und auch öfter zwischen den Silicaten erblickt man gelbe, metallisch glänzende Körnchen, welche aus Eisen und Schwefel bestehen. Eine Krystallform ließ sich nicht erkennen. Mit Salzsäure zusammengebracht entwickelt das Mineral Schwefelwasserstoff und löst sich auf unter Abscheidung von Schwefel. Nachdem eine Partie des ausgesuchten Minerales verunglückt war blieben mir noch 30·0 Mg. nicht völlig reinen Materiales, welche bei der Untersuchung 20·1 Mg. Eisen gaben, was nur so viel sagt, daß ungefähr 0·6 des Ganzen aus Eisen bestehe. Die Daten genügen indeß für den Beweis, daß das Mineral Magnetkies sei.

Chromit. Halb metallisch aussehende schwarze starkglänzende Krystalle und Körnchen finden sich in geringer Menge zwischen den Silicaten und auch im Nickeleisen. Es sind öfter schöne Octaëder die bis zu 0·5 Mm. Höhe zeigen. Außer den Octaëderflächen (111) beobachtete Prof. v. Lang noch die Flächen des Rhombendodekaëders (110) und des Leucitoides (311). Die Flächen spiegelten meist recht gut. Es wurden gemessen:

		gemessen	berechnet
$111 : \bar{1}11$	=	70°31′	70°32′
$011 : 131$	=	31 25	31 29
$131 : 113$	=	50 25	50 29.

Für eine chemische Analyse war das vorhandene Material viel zu gering. Die Krystalle liefern zwischen Porzellanplatten zerrieben ein braunes Pulver, sie geben die Reactionen auf Eisen und Chrom. Ihre Eigenschaften zeigen also, daß das Mineral Chromit sei.

Bei der körnigen Textur und der ungleichförmigen Mengung des Meteoriten von Lodran ist es nicht möglich das Mengenverhältniß der constituirenden Mineralien zu bestimmen, ohne ein größeres Stück zu opfern. Da ich nicht in der Lage war verschwenderisch zu verfahren, begnügte ich mich, für ein kleines Stückchen die Quantität der Hauptbestandtheile zu ermitteln. Es diente dazu eine Partie von 600·0 Mg. Gewicht, welche etwas reicher an Eisen sein mochte als es der Meteorit im Durchschnitte ist. Durch Schlagen im Stahlmörser und nachheriges Hämmern wurde das Eisen gesondert und dessen Menge zu 191 Mg. bestimmt.

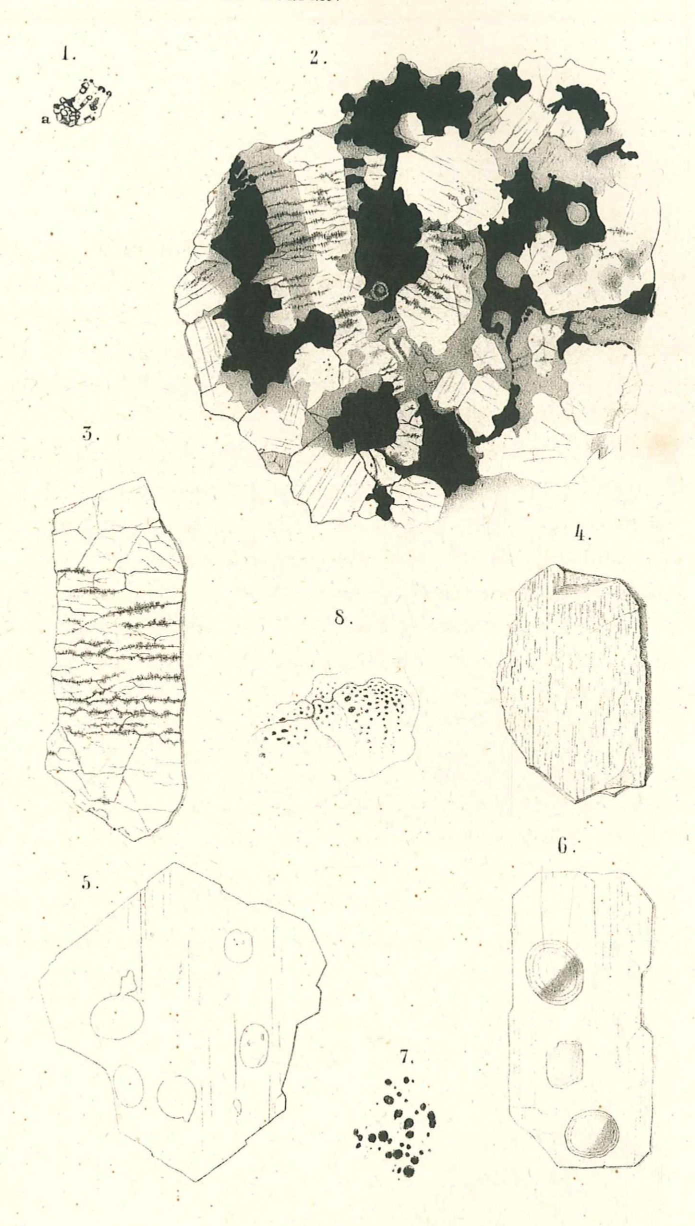
Dieses Eisen diente nach einer geringen Zugabe für die mitgetheilte Analyse des Nickeleisens. Das vom Eisen abgesonderte Pulver ward fein zerrieben und mit Salzsäure behandelt wodurch der enthaltene Olivin zerlegt wurde. Nach dem Eindampfen der Masse ward im Filtrat die Magnesia, welche vom Olivin herrührt und das Eisen das aus dem Olivin und Magnetkies stammt, bestimmt. So erhielt ich aus 309·4 Mg. des Mineralpulvers 62 Mg. Magnesia und 33·6 Mg. Eisen, wonach sich folgende Verhältnisse berechnen:

Nickeleisen	32·5 Pct.
Olivin .	28·9
Bronzit mit etwas Chromit und Anorthit .	31·2
Magnetkies .	7·4
	100 Pct.

Die Menge des Bronzites etc. ist aus dem Reste berechnet. Neben dem Bronzit dürften aber ungefähr 1 Pct. Anorthit und 1 Pct. Chromit anzunehmen sein. Da das angewandte Stückchen verhältnißmäßig reicher an Nickeleisen ist als der Durchschnitt, so erkennt man, daß Nickeleisen Olivin und Bronzit in ungefähr gleicher Menge in dem Meteoriten enthalten seien.

Der Meteorit von Lodran ist also abgesehen von dem Nickeleisen ein Olivin-Bronzitgemenge von so ausgezeichneter Art, wie es bisher unter den Meteoriten noch nicht gefunden worden, ein Gemenge, welches dem terrestrischen Olivinfels entspricht.

Das Nickeleisen und der Magnetkies müssen später fest geworden sein als die übrigen Mineralien, und ihre Bildung dürfte zu gleicher Zeit mit jenen Veränderungen vor sich gegangen sein, welche der Olivin erlitten zu haben scheint.



Strohmayer gez. u. lith.

A. d. k. k. Hof- u. Staatsdruckerei



Erläuterung der Tafel.

Fig. 1. Ein Blättchen aus dem Meteoriten von Lodran geschnitten, in natürlicher Größe. Die dunklen Stellen bezeichnen das Nickeleisen, die hellen die Silicate.

2. Ein Theil desselben Blättchens an der Stelle *a* bei 40maliger Vergrößerung. Die schwärzen Stellen sind Nickeleisen, welches an die Oberfläche des Dünnschliffes tritt, die grauen Nickeleisen, welches tiefer liegt und von den Silicaten bedeckt erscheint. Der Olivin ist durch die schwarzen Querstreifen kennbar.

3. Ein Blättchen aus einem Olivinkrystall geschnitten. An den Sprüngen parallel der Endfläche erkennt man den moosartigen Besatz, der von einem schwarzen Mineral (Chromit) gebildet wird. Vergrößerung 60.

4. Ein Blättchen von Bronzit parallel den Spaltungskanten geschnitten. Es zeigen sich der letzteren Richtung parallel viele oberflächliche Linien, die der Spaltung entsprechen und beim Schleifen entstanden aber auch eingeschlossene feine Nadeln. Vergrößerung 60.

5. Rundliche farblose Einschlüsse in einem Bronzitkrystall. Außer diesen sind auch die feinen Nadeln sichtbar. Vergrößerung 120.

6. Einige der rundlichen Einschlüsse im polarisirten Lichte gesehen. Die auftretenden complementären Farben, welche durch Weiß und Grau angedeutet sind, machen die Zwillingsbildung erkennbar. Vergrößerung 120.

7. Rundliche schwarze Einschlüsse im Bronzit eine Gruppe bildend. Vergrößerung 120.

8. Eben solche Einschlüsse mehr gleichförmig vertheilt. Vergrößerung 120.